



(2)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87108024.8

(51) Int. Cl.4: A61B 5/00 , A61B 5/02

(22) Anmeldetag: 03.06.87

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.88 Patentblatt 88/49

(71) Anmelder: Hewlett-Packard GmbH
Herrenberger Strasse 130 Postfach 14 30
D-7030 Böblingen(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(72) Erfinder: Noller,Friedemann,Dr.Ing.Dipl.Phys.
Neusatzstr.22
D-7033 Herrenberg(DE)
Erfinder: Forstner,Klaus,Dipl.Ing.
Aspergerstr. 6
D-7146 Tamm(DE)

(54) Verfahren zur Bestimmung der Perfusion.

(57) Es wird ein Verfahren zur Bestimmung der Perfusion durch Auswertung des von wenigstens einer Lichtquelle (13) ausgesandten und vom arteriellen Blut beeinflußten Lichts, unter Verwendung einer optischen Meßeinrichtung (9) vorgeschlagen, die die infolge einer arteriellen Blutvolumenänderung auftrende Intensitätsänderung des Lichts mißt. Die Perfusion wird dabei entweder als Dickenänderung aus der Summe der parallelen Gefäßverbreiterungen Δd oder als normierte Volumenänderung angegeben, wobei mittels einer oder mehrerer Lichtintensitätsmessungen die Perfusion angegeben werden kann. Es wird erfindungsgemäß erstmals ein Verfahren zur Bestimmung der Perfusion als quantitative Größe angegeben.

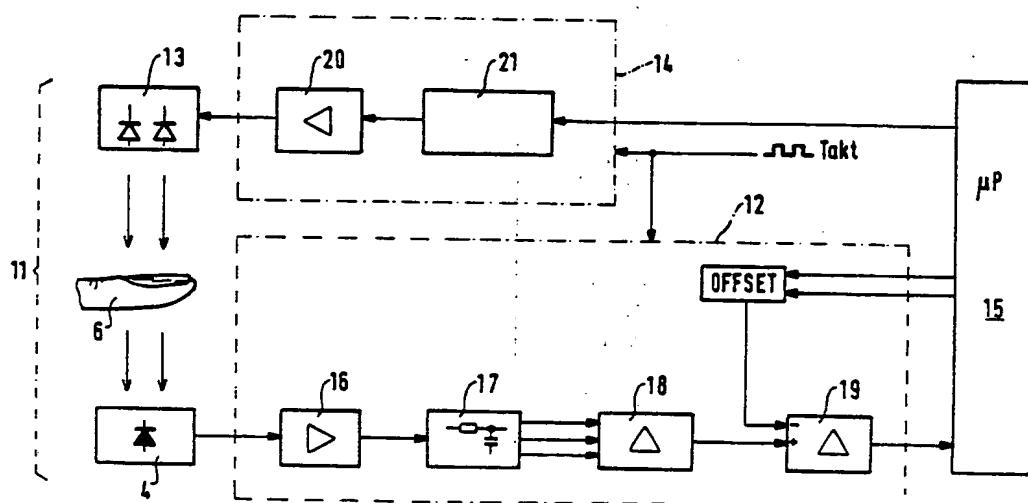


Fig. 6

Verfahren zur Bestimmung der Perfusion

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Perfusion gemäß der Gattung des Hauptan-
spruchs.

Die Pulsation des arteriellen Blutes bewirkt eine pulsierende Volumenänderung der Arterien. Wird nun
das von einer Lichtquelle ausgesandte Licht durch ein durchblutetes Körperfeil gesandt, so erfährt das Licht
5 eine von der Pulsation abhängige Dämpfung. Die daraus resultierende Intensitätsänderung des mittels
eines Sensors empfangenen Lichts kann zum Beispiel zur Bestimmung der Sauerstoffsättigung des Blutes
herangezogen werden. Den Zusammenhang zwischen der Lichtabsorption im Gewebe und der Be-
schaffenheit und der Dicke des vom Licht durchstrahlten Gewebes gibt das Lambert-Beersche Gesetz an
bzw. dessen Modifikation zur Erfassung von Streueffekten.

10 Aus der US-A-4, 109, 643 ist eine Einrichtung zur Messung der Perfusion bekannt, die eine lichtemittie-
rende Diode für eine Messung im Bereich der Fingerkuppe verwendet. Die lichtemittierende Diode ist zu
diesem Zweck an der einen Seite einer Fingerkappe angebracht, während ein photoempfindlicher Sensor
an der gegenüberliegenden Seite angeordnet ist. Mittels einer elektronischen Auswerteinrichtung kann bei
dieser bekannten Anordnung eine tendenzielle Änderung der Perfusion festgestellt werden, jedoch kann
15 keine Angabe gemacht werden, welche Volumenänderung das arterielle Blut bei einer Pulsation prozentual
erfährt. Da vor Operationen beispielsweise aufgrund eines Schockzustandes am Patienten eine normale
Perfusion nicht mehr vorliegt, kann im Wege der Messung der Änderung der Perfusion keine exakte
Aussage über den Zustand des Patienten während der Operation gemacht werden. Die Messung der
20 Perfusionsänderung ist nur dann sinnvoll, wenn für den Patienten ein korrekter Bezugswert vor dem
Eintreten einer Perfusionsbeeinträchtigung ermittelt werden konnte. Außerdem kann die Perfusionsmessung
physiologisch als Indikator für den Stresszustand eines Patienten herangezogen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung der Perfusion anzugeben, mit
dem die Perfusion quantifiziert werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangsgenannten Gattung durch die im-
25 kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs angegebenen Merkmale erhalten. Die Volumenänderung des
arteriellen Blutes wird durch sehr kleine Dickenänderungen hervorgerufen, so daß Gleichungsteile, bei
denen die Dickenänderung mit höherer Ordnung auftritt, vernachlässigt werden können. Somit ergibt sich
näherungsweise, daß die Volumenänderung, bezogen auf das Meßvolumen, ungefähr der dreifachen
30 Dickenänderung des mittleren Gesamtquerschnitts der arteriellen Gefäße, bezogen auf die Dicke des
durchbluteten Meßvolumens, ist. Da die Lichtabsorption nicht nur vom Volumen des durchbluteten Gewebes
abhängig ist, sondern auch von der Konzentration der lichtabsorbierenden Bestandteile des Blutes, muß
z.B. die Hämoglobin- bzw. Oxyhämoglobinkonzentration in an sich bekannter Weise durch Messung der
Sauerstoffsättigung vorher bestimmt werden, damit mittels einer Messung bei einer einzigen Wellenlänge
35 aus der Lichtabsorption die Perfusion bestimmt werden kann. Es besteht aber auch die Möglichkeit, mittels
Mehrachtmessungen bei unterschiedlichen Wellenlängen die Sauerstoffsättigung als unbekannte Größe
rechnerisch zu eliminieren.

Durch Mehrachtmessung können auch weitere Parameter der zugrundeliegenden Gleichung bestimmt
bzw. eliminiert werden. Beispielsweise kann durch Messung bei drei unterschiedlichen Wellenlängen die
Hämoglobinkonzentration, die Sauerstoffsättigung und die Perfusion bestimmt werden. Die Hämoglobinkon-
40 zentration kann aber auch näherungsweise für Frauen mit $140 \text{ g/l} \approx 8,7 \text{ mMol/l}$ und für Männer mit $160 \text{ g/l} \approx 9,94 \text{ mMol/l}$ angenommen werden. Bei Neugeborenen beträgt die Hämoglobinkonzentration durchschnittlich
200 g/l $\approx 12,42 \text{ mMol/l}$.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine auf eine Fingerkuppe aufgesteckte Meßkappe mit zwei lichtemittierenden Dioden und
45 einem Photoempfänger,

Figur 2 den grundsätzlichen Aufbau eines mit Arterien und Venen durchzogenen Gewebes,

Figur 3 einen Gewebeabschnitt, an dem Licht eingestrahlt wird, welches teilweise das Gewebe
durchdringt und teilweise reflektiert wird,

Figur 4 den am Photoempfänger auftretenden, durch die Pulsation des arteriellen Blutes beeinflußten
50 Stromverlauf,

Figur 5 den Extinktionskoeffizienten für unterschiedliche Sauerstoffsättigung in Abhängigkeit von der
Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes,

Figur 6 ein Blockschaltbild einer Perfusions-Meßeinrichtung und

Figur 7 die analoge Empfangselektronik für die in Figur 6 verwendete optische Meßeinrichtung.

In Figur 1 ist eine Meßkappe 1 mit zwei lichtemittierenden Dioden 2, 3 und einem Photoempfänger 4 auf eine Fingerkuppe 5 aufgesteckt. Die im Gewebe 6 verlaufenden Arterien 7 und Venen 8 sind hier mit unterbrochenen Linien schematisch angedeutet. Zwischen Arterien 7 und Venen 8 befinden sich unter 5 anderem Kapillaren 9, die druckmindernd wirken, so daß praktisch nur in den Arterien 7 eine Pulsation und eine damit verbundene, pulsabhängige Volumenänderung auftritt.

Die lichtemittierenden Dioden 2, 3 senden Licht mit unterschiedlicher Wellenlänge; beispielsweise mit 10 660 nm und mit 950 nm zum Photoempfänger 4 aus. Der Photoempfänger 4 wandelt das empfangene Licht in ein Stromsignal um, wie es in Figur 4 dargestellt ist. Das Stromsignal wird in einer wie in Figur 6 dargestellten Auswerteschaltung zur Bestimmung der Perfusion ausgewertet.

In Figur 2 ist die Struktur eines durchbluteten Gewebeabschnitts dargestellt. Durch die Arterie 7 strömt das Blut ein und gelangt über Kapillaren 9 und Zellen zur Vene 8, über die es wieder abfließt.

Wird nun ein durchbluteter Gewegebereich von einer Lichtquelle bestrahlt, so erfährt das Licht im 15 Gewebe eine Absorption, die in erster Näherung vom molekularen Extinktionskoeffizienten E, der Konzentration c des gelösten Farbstoffes und der Dicke d der durchstrahlten Schicht abhängt.

In Figur 3 ist ein Gewebeabschnitt 10 dargestellt, der von einem dem Strom I_{LED} entsprechenden Licht bestrahlt wird, wobei das Gewebe eine Reflexion bzw. eine Transmission bewirkt bzw. zuläßt, die die Intensität

$$I_{GEW} = I_{LED} \times e^{-Ecd} \quad (1)$$

20 wobei I_{GEW} = Intensität nach dem Absorber am Detektor

I_{LED} = Intensität vor dem bzw. ohne Absorber

E = molarer Extinktionskoeffizient E (λ) [$1/\text{Mol} \times \text{cm}$]

c = molare Konzentration der absorbierenden Substanz [Mol/l]

d = Dicke des Absorbers [cm]

25 Gleichung (1) ist das Lambert-Beersche Gesetz, wobei für strenge Gültigkeit paralleles, monochromatisches Licht mit einem optisch homogenen Absorber vorausgesetzt wird. Die reale Zusammensetzung eines durchbluteten Körperteils (z.B. Fingerkuppe) erfordert beispielsweise für die Lichtabsorption des blutes die Berücksichtigung der diskreten Blutkörperchen als Streuzentren. Daher ist für genauere Betrachtungen z.B. die Lichtquantendiffusion zu berücksichtigen, welche anstelle der Extinktion als konstante Größe bei 30 gegebener Wellenlänge eine effektive Extinktion E_{eff} (λ , C_{Hb} , C_{HbO_2} ...) vorsieht, welche weitere Abhängigkeiten, z.B. die Hämoglobinkonzentration berücksichtigt.

Für die weiteren Ableitungen gelte zwecks Vereinfachung weiterhin die Gleichung (1).

Für die gesamte Gewebeabsorption gilt für den Fall eines pulsierend durchbluteten Körperteils folgende Separation in einen zeitabhängigen und zeitunabhängigen Anteil, entsprechend dem Prinzip der Pulsoximetrie.

$$Ecd = E_{Hb} \times c_{Hb} \times \Delta d(t) + E_{HbO_2} \times c_{HbO_2} \times \Delta d(t) + E_N \times c_N \times d_N \quad (2)$$

wobei $E_{HbO_2} \times c_{HbO_2} \times \Delta d(t)$ = zeitabhängiger Anteil des Oxyhämoglobins

$\Delta d(t)$ = mittlere Gesamtquerschnittsverbreiterung der arteriellen Gefäße,

$E_N \times c_N \times d_N$ = zeitunabhängige Absorption des restlichen Körperteils

40 Damit folgt für den zeitunabhängigen Anteil der Intensität am als Photoempfänger ausgebildeten Detektor

$$I_{max} = I_{LED} \times e^{-E_N \times c_N \times d_N} \quad (3)$$

und für den zeitabhängigen, pulsierenden Anteil

$$\Delta I(t) = I_{max} - I_{GEW} = I_{max}(1 - e^{-E_{Hb} \times c_{Hb} + E_{HbO_2} \times c_{HbO_2} \times \Delta d(t)}) \quad (4)$$

45 Verallgemeinert folgt für eine aus n optisch aktiven Komponenten bestehende Blutzusammensetzung aus Gleichung (4)

$$\ln(1 - \Delta I/I_{max}) = -(E_{11} \times c_1 + E_{21} \times c_2 + E_{n1} \times c_n) \Delta d \quad (5)$$

wobei E_{ni} = molarer Extinktionskoeffizient des Absorbers n bei Wellenlänge λ_i ,

c_n = molare Konzentration des Absorbers n im pulsierenden Volumen,

Δd = mittlere Gesamtquerschnittsverbreiterung der arteriellen Gefäße.

50 Für kleine Intensitätsänderungen gilt näherungsweise

$$\Delta I/I_{max} = \ln(1 - \Delta I/I_{max}) \quad \text{für } \Delta I \ll I_{max} \quad (6)$$

d.h. $\Delta I/I_{max}$ ist proportional zur mittleren Gesamtquerschnittsverbreiterung Δd bzw. der Perfusionssdicke Δd .

Entsprechend der Anzahl der unbekannten Größen in Gleichung (5) ist mit der entsprechenden Anzahl von Meßwerten mit den Wellenlängen λ_i das Gleichungssystem bestimmbar.

55 Im Falle eines 2-Wellenlängensystems kann beispielsweise die Sauerstoffsättigung als

$$S = c_{HbO_2} / [Hb] \quad (7)$$

bestimmt werden, wobei

$$[Hb] = c_{Hb} + c_{HbO_2}$$

der Gesamthämoglobinkonzentration entspricht.

Als weitere Größe kann die Perfusionsdicke Δd bestimmt werden, falls die Hämoglobinkonzentration als bekannt vorausgesetzt bzw. über eine dritte Wellenlänge bestimmt werden kann.

5

$$\Delta d = \frac{(E_{HbO_2} - E_{Hb})_1 \times \ln \left(1 - \frac{\Delta I}{I_{max}}\right)_2 - (E_{HbO_2} - E_{Hb})_2 \times \ln \left(1 - \frac{\Delta I}{I_{max}}\right)_1}{[Hb] [E_{HbO_2}(2) \times E_{Hb}(1) - E_{HbO_2}(1) \times E_{Hb}(2)]} \quad (8)$$

10

wobei z.B. (1) = Wellenlänge 660 nm

(2) = Wellenlänge 950 nm

$E_{Hb}(1) = 820 \text{ l/Molcm}$

$E_{HbO_2}(1) = 100 \text{ l/Molcm}$

15

$E_{Hb}(2) = 100 \text{ l/Molcm}$

$E_{HbO_2}(2) = 260 \text{ l/Molcm}$

$[Hb] = 9 \text{ mMol/l}$

Falls ein isobestischer Punkt $E_{Hb} = E_{HbO_2}$ gewählt wird, reicht zur Perfusionsbestimmung auch ein Meßwert $\Delta I/I_{max}$.

20

Mit den Meßwerten $\Delta I/I_{max}(1) = 0,06$

$\Delta I/I_{max}(2) = 0,1$

folgt für die Perfusionsdicke

$\Delta d = 0,046 \text{ cm}$

25

Eine andere mögliche Definition für die Perfusion ist die relative Volumenänderung $\Delta V/V$, wobei ΔV der Blutvolumenänderung pro Pulsation entspricht und V den zugehörigen Meßvolumen zwischen Lichtquelle und Detektor entspricht. Falls die Perfusionsdickenänderung $\Delta d \ll d$ ist, wobei d der gesamten Absorberdicke (z.B. Finger) entspricht, gilt bei allseitig gleichmäßiger Verbreiterung

$(V_{max} - V)/V = \Delta V/V \approx 3 \Delta d/d$ für $\Delta d \ll d$. (9)

Die Fingerdicke beträgt durchschnittlich 1 cm, so daß Gleichung (9) gut erfüllt ist.

30

Mit Gleichung (3) kann d bestimmt werden, falls $E_N \times c_N$ und I_{LED} bekannt sind.

Mit $I_{LED}(1) = \alpha_1 \times I_0$ und $I_{LED}(2) = \alpha_2 \times I_0$ gilt

35

$$d_N = \ln \left(\frac{\alpha_1 \times I_{max}(2)}{\alpha_2 \times I_{max}(1)} \right) \frac{1}{E_N \times c_N(1) - E_N \times c_N(2)} \quad (10)$$

40

Die einmal ermittelte Differenz $E_N \times c_N(1) - E_N \times c_N(2)$ bei konstanter Absorberdicke d_N bleibt bei weitgehend homogener Organzusammensetzung (z.B. Ohrläppchen) weitgehend konstant, ebenso die aus den Strom-Lichtintensitätskennlinien einmal ermittelten Werte α_1 und α_2 , die z.B. ohne Absorber ermittelt wurden.

45

Für den Fall einer punktförmigen Lichtquelle, insbesondere bei der Messung an der Fingerkuppe, folgt mit den Lichtintensitäten I_{LED} bzw. I_{max} im Abstand d_N in erster Näherung

50

$$d_N = \sqrt{\frac{k \times I_{LED}}{I_{max}}} \quad (11)$$

wobei k mit der einmal ermittelten Strom-Lichtintensitätskennlinie bestimmt wird und näherungsweise als Konstante zu betrachten ist.

55

Damit läßt sich nach Gleichung (10) bzw. (11) auch fortlaufend die Dicke d des durchbluteten Körperteils messen. Dies kann auch als Indikator für eine richtige Sensorposition dienen. Schließlich kann damit die Perfusion nach Gleichung (9) als normierte Größe der Blutvolumenänderung pro Pulsation am entsprechenden Körperteil ermittelt werden.

Im obigen Beispiel folgt mit $d_N = 1 \text{ cm}$
 $\Delta V/V = 13.8 \%$

Das in Figur 6 dargestellte Blockschaltbild zeigt die optische Meßeinrichtung 11, deren Photoempfänger 4 mit einer Auswerteschaltung 12 verbunden ist. Als Lichtquelle 13 können beispielsweise drei lichtemittierende Dioden unterschiedlicher Wellenlänge vorgesehen sein, die von einer LED-Ansteuerung 14 betrieben werden. Die Auswerteschaltung 12 und die LED-Ansteuerung 14 sind mit einem Rechner 15 und auch untereinander verbunden.

Das vom Photoempfänger 4 empfangene Signal wird über einen Vorverstärker 16 einer Abtast- und Halteschaltung 17 zugeführt, in der die für unterschiedliche Wellenlängen sich ergebenden Intensitäten zwischengespeichert werden. In einer nachfolgenden Differenzschaltung 18 erfolgt eine Dunkelwert-Subtraktion, um den des Umgebungslichts zu eliminieren. Für die verschiedenen Wellenlängen erfolgt in einer weiteren Schaltung 19 ein Offsetabzug. Die derart aufbereiteten Signale gelangen dann zum Rechner 15, der daraus die normierte Perfusion $\Delta V/V$ ermittelt.

Die LED-Ansteuerung 14 enthält insbesondere den unterschiedlichen lichtemittierenden Dioden der Lichtquelle 13 zugeordnete Treiberstufen 20, die über eine vom Rechner 15 gesteuerte Vorstufenschaltung 21 angesteuert werden. Die Ansteuerung und die Auswertung erfolgt taksynchron, wozu ein hier nicht näher dargestellter zentraler Taktgeber vorgesehen ist.

Der in Figur 7 dargestellte Ausschnitt zeigt die Auswerteschaltung 12 im Detail. Als Photoempfänger 4 dient eine Photodiode PD, die mit einer Vorspannung U_V betrieben wird. Das Photodioden-Signal wird über den Vorverstärker 16 Schaltern S1 bis S3 zugeführt, die von der LED-Ansteuerungsschaltung an ihren Steuereingängen 22 bis 24 betätigt werden. Die Schalter S1 bis S3 sind mit positiven Eingängen dreier Operationsverstärker 01 bis 03 verbunden. Die Schaltung 18, die zur Subtraktion des Dunkelwertes dient, enthält zwei Differenzverstärker V1, V2 die ausgangsseitig mit weiteren Differenzverstärkern V3, V4 der Schaltung 19 verbunden sind. Über Tiefpässe T1, T2 ist die Auswerteschaltung mit dem Rechner 15 verbunden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht nur zur Bestimmung der Perfusion geeignet, sondern kann zum Beispiel auch als Stressindikator oder zur Indikation der Sensorpositionen herangezogen werden

30 Ansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Perfusion durch Auswertung des von wenigstens einer Lichtquelle (13) ausgesandten und vom arteriellen Blut beeinflußten Lichts, unter Verwendung einer Meßeinrichtung, die die infolge einer arteriellen Blutvolumenänderung auftretende Intensitätsänderung (ΔI) des Lichts mißt, dadurch gekennzeichnet, daß aus der gemessenen Lichtintensitätsänderung (ΔI) unter Berücksichtigung der logarithmischen oder näherungsweise linearen Abhängigkeit zwischen der mittleren Dickenänderung (Δd) als Summe der partiellen gefäßquerschnittsänderung eines optisch wirksamen, durchbluteten Gewebes (6) und der daraus resultierenden Lichtintensitätsänderung (ΔI) des vom Gewebe (6) reflektierten oder des das Gewebe (6) durchstrahlten Lichts die Dickenänderung (Δd) bzw. die Volumenänderung ($\Delta V/V$) als Maß für die Perfusion angegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der Lichtintensitätsänderung (ΔI) entweder an einem isobestischen Punkt oder bei wenigstens zwei unterschiedlichen Wellenlängen (λ_1, λ_2) erfolgt, und daß aus den erhaltenen Meßwerten die auf das Meßvolumen (V) des vom Blut durchströmten Gewebes (6) normierte Perfusion ($\Delta V/V$) bzw. die Perfusionsdicke (Δd) ermittelt wird.
- 45 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtintensitätsänderung (ΔI) von einem optoelektrischen Element (4) in eine Stromänderung umgewandelt und bezogen auf den maximalen Strom (I_{max}) als relative Stromänderung ($\Delta I/I_{max}$) ermittelt wird, und daß durch Einsetzen der bekannten Größen oder Eliminieren der unbekannten Konzentration (c) aus der Gleichung

$$50 \quad \Delta d = \frac{-\ln (1 - \frac{\Delta I}{I_{max}} |_{\lambda_i})}{(E_{1i} \times c_1 + E_{2i} \times c_2 + \dots + E_{ni} \times c_n)}$$

55 die Perfusionsdicke Δd oder die normierte Perfusion $\Delta V/V$ ermittelt wird, wobei $\Delta I/I_{max}$ die relative Intensitätsänderung, bei der Wellenlänge, λ_i , c_1 bis c_n molare Konzentrationen für Hämoglobin, Oxyhämoglobin oder andere Stoffe sind, E_{1i} bis E_{ni} die Extinktionskoeffizienten für Hämoglobin, Oxyhämoglobin oder andere Stoffe bei der Wellenlänge λ_i sind.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Anzahl von unterschiedlichen Wellenlängen (λ_i) Messungen der relativen Intensitätsänderung ($\Delta I/I_{\max}$) vorgenommen und daraus eine entsprechende Anzahl unbekannter Gleichungsparameter, wie Hämoglobinkonzentration, Sauerstoffsättigung und Perfusion ermittelt werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Neu eingereicht / Newly filed
Nouvellement déposé

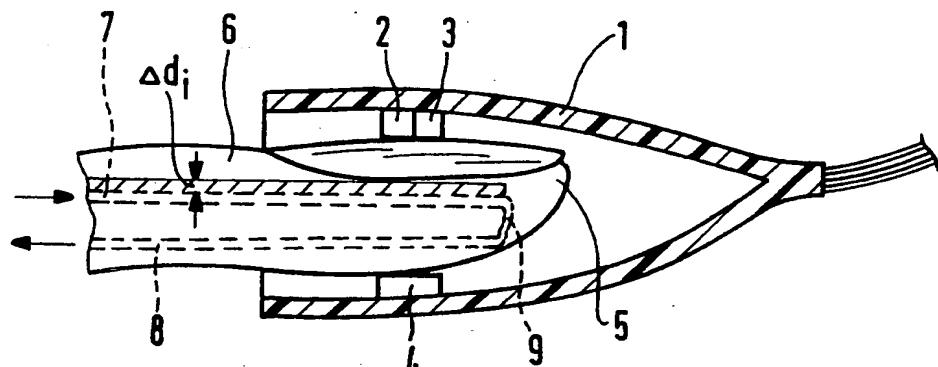


Fig.1

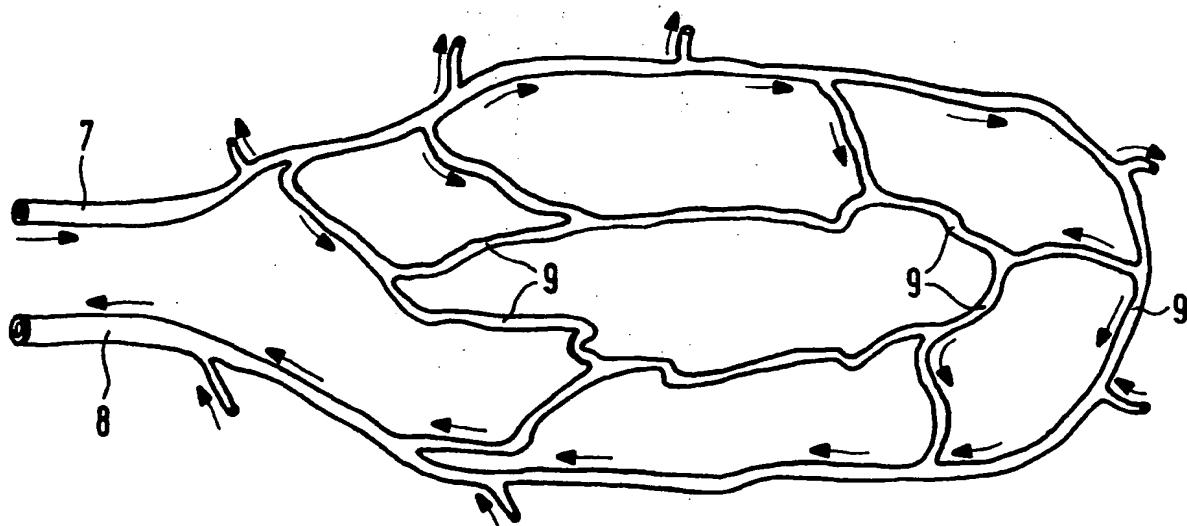
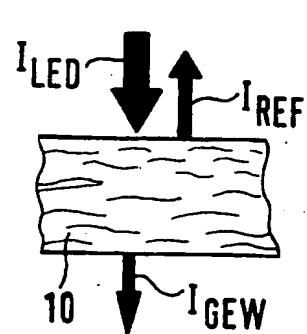


Fig.2

Best Available Copy



Neu eingereicht / Newly filed
Nouvellement déposé

Fig. 3

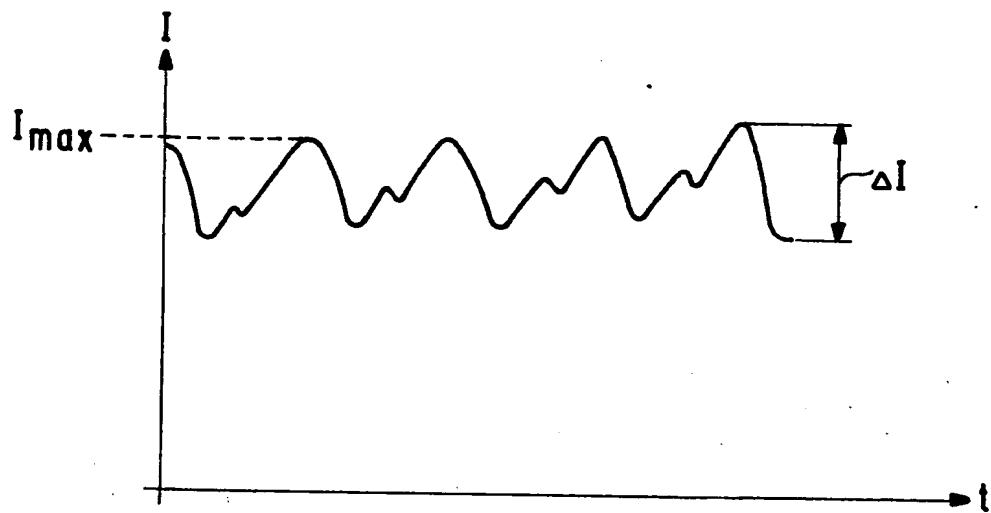


Fig. 4

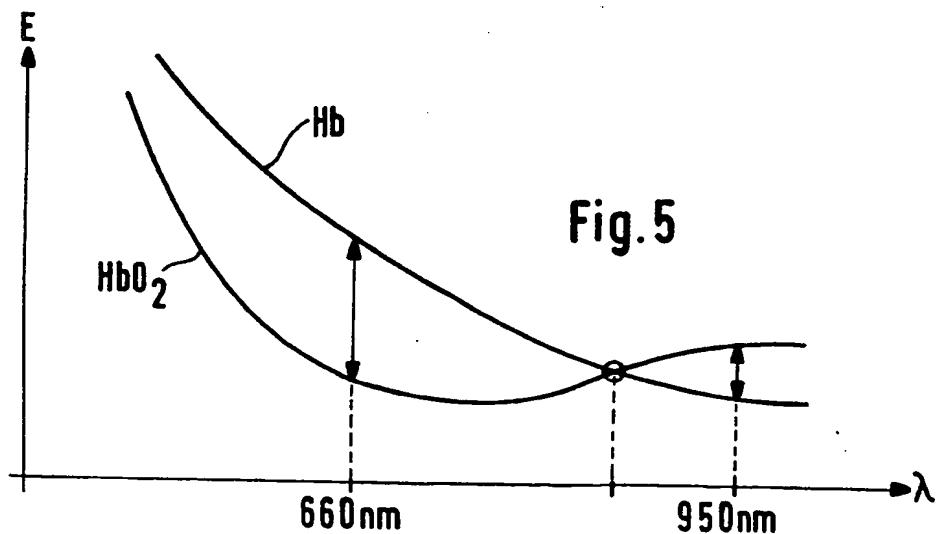


Fig. 5

Best Available Copy

Neu eingereicht / Newly filed
Nouvellement déposé

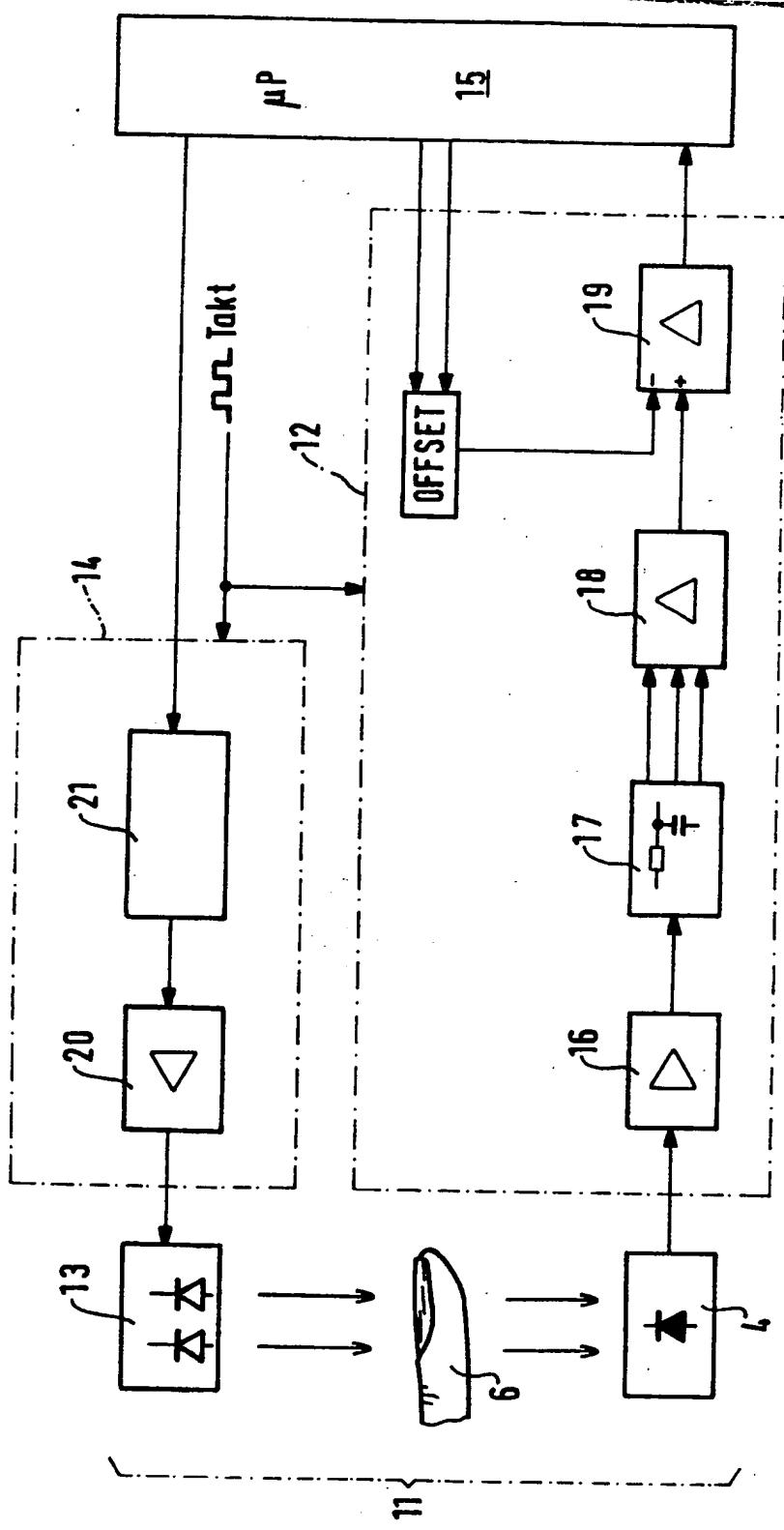
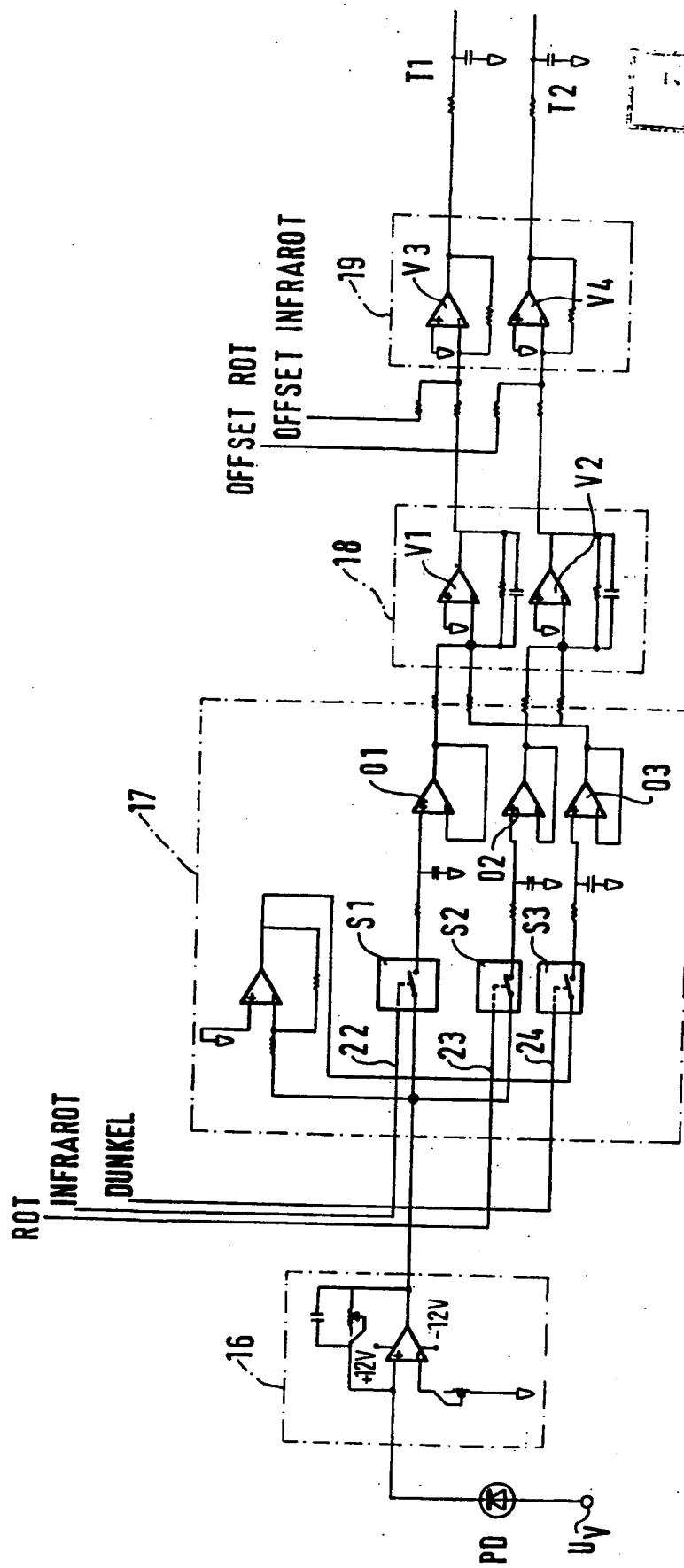


Fig. 6

Best Available Copy

Best Available Copy





EP 87 10 8024

Best Available Copy

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.3)
A	IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING BME-33, Nr. 8, August 1986, Seiten 795-798, New York, US; H. SHIMAZU et al.: "Noninvasive Measurement of the Volume Elastic Modulus in Finger Arteries Using Photoelectric Plethysmography" * Seite 795, rechte Spalte, Zeile 27 - Seite 797, rechte Spalte, Zeile 20; Figuren 1-5 ---	1, 3	A 61 B 5/00 A 61 B 5/02
A	WO-A-8 605 674 (NELLCOR INCORP.) * Seite 9, Zeilen 2-27; Figur 1 *	1, 2	
A	US-A-4 167 331 (L.L. NIELSEN) * Zusammenfassung, Figur 1 *	1, 2, 4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.3)
			A 61 B 5/00 A 61 B 5/02 A 61 B 5/14 G 01 N 21/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenart BERLIN	Abschlußdatum der Recherche 18-01-1988	Prüfer WEIHS J.A.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	